

PENURUNAN TSS LIMBAH TAHU DENGAN KOAGULAN AIR LAUT PADA UNGGUN TERFLUIDAKAN

Novirina Hendrasarie

Teknik Lingkungan, UPN "Veteran" Jawa Timur

Email : hendrasarie@gmail.com

Abstraksi

Proses koagulasi dan flokulasi dalam unggun terfluidakan untuk menghilangkan atau menurunkan kadar partikel padat, warna dan menghilangkan lumpur dan instalasi pengolahan air buangan sebelum dilakukan proses filtrasi. Limbah yang digunakan adalah limbah tahu yang kadar kekeruhannya tinggi. Sedangkan koagulan yang digunakan yaitu air laut, karena air laut mengandung senyawa – senyawa Ca, Na, Al, Mg, dan SO₄ yang diharapkan dapat digunakan sebagai koagulan limbah cair industri tahu, selain air mudah didapat dalam jumlah besar dan murah. Proses koagulasi dalam unggun terfluidakan diharapkan menjadi alternative bagi pengolahan limbah industry tahu, selain tidak membutuhkan lahan yang luas dan mempunyai nilai ekonomis. Dalam penelitian ini memvariasikan bilangan fluidasi, dosis air laut, dan perbandingan tinggi unggun diam terhadap diameter kolom. Penurunan TSS (Total Suspended Solid) dalam air limbah industri tahu untuk hasil yang optimal diperoleh pada bilangan fluidasi 3, dosis air lauy 30% dengan tinggi unggun diam 19.5 cm. unggun terfluidasi disini mempunyai kemampuan menurunkan TSS sebesar 79.2%

Kata Kunci : Total Suspended Solid (TSS), koagulan, unggun terfluidakan

1. Pendahuluan

Koagulasi merupakan suatu proses operasi yang sering digunakan dalam proses penjernihan air permukaan atau air limbah. Proses tersebut dimaksudkan untuk menghilangkan atau menurunkan partikel – partikel tersuspensi yang mempunyai ukuran kecil seperti koloid. Berbagai cara serta alat telah dikenal untuk operasi koagulasi ini, dan berbagai upaya terus dilakukan untuk meningkatkan efisiensi.

Dari hasil Analisa laut, didapat banyak mengandung unsur – unsur, seperti Ca, Mg, Fe, serta Al yang bisa digunakan sebagai

koagulan dalam pengolahan limbah cair pada pabrik tahu.

Untuk itu dipilih air laut sebagai koagulan alternatif pada pengolahan limbah cair pabrik tahu, karena air laut mudah didapat dalam jumlah yang cukup besar dan murah.

Tujuan penelitian ini adalah menurunkan TSS air limbah tahu dengan air laut sebagai koagulan dan optimasi kolom terfluidakan untuk menurunkan TSS pada limbah industri tahu.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Mekanisme Koagulasi

Partikel-partikel yang tersuspensi bermuatan negative yang menyebabkan menarik ion-ion positif dan menolak ion negatif dalam air. Ion-ion positif dengan konsentrasi yang pekat membentuk semacam lapisan didekat permukaan partikel, dan dikelilingi oleh ion-ion negatif yang tersebar dan tercampur sedikit demi sedikit dengan ion-ion positif. Lapisan ion tersebut dikenal sebagai lapisan kokoh, sedangkan lapisan ion yang tersebar disebut lapisan difusi terdiri dari ion-ion yang mobil (mudah bergerak) (Hendrasarie, 2001)

2.2. Mekanisme flokulasi

Didalam liquidida diam, padatan-padatan tersuspensi bertumbukan satu sama lain sebagai akibat gerak zik-zak yang disebut gerak *brown*. Gerak ini juga disebut gerak perikinetik.

Partikel-partikel padat yang halus bertumbuhkan dengan partikel-partikel yang lain saat bergerak dan saling menyusul serta akhirnya partikel-partikel itu akan mengendap lebih cepat. Proses pembentukan flok secara alami lambat sekali, kecuali kalau digunakan agitasi mekanik, seperti injeksi udara.

2.3. Koagulasi dan Flokulasi dalam Kolom Terfluidakan

Kolom terfluidakan merupakan suatu cara untuk mengontakkan antara dua macam zat dalam suatu tabung vertical, zat tersebut merupakan partikel padat dengan cairan, dengan memilih partikel padat sebagai unggul dan cairan sebagai fluida. Peristiwa ini disebut "Fluidisasi Padat Cair".

a. Mekanisme Unggun Terfluidakan

Sebuah kolom gelas atau baja vertikal diisi dengan partikel padat didalamnya seperti pasir halus atau partikel padat berbentuk bola, yang disangga dengan plat kasa.

Melalui unggun padatan tersebut dialirkan fluida (gas atau cairan) dari arah bawah ke atas. Pada laju air yang cukup rendah, butiran padatan akan tetap diam. Karena fluida hanya akan mengalir melalui ruang kosong, yaitu ruang antara partikel tanpa menyebabkan terjadinya perubahan susunan partikel tersebut. Keadaan yang demikian disebut unggun diam atau fixed bed. Jika laju alir fluida dinaikkan maka akan sampai keadaan dimana unggun padatan tersebut dinamakan kecepatan fluidisasi minimum. Bila laju alir fluida dinaikkan lagi, maka unggun tadi akan tersuspensi didalam aliran fluida yang melaluinya. Pada keadaan ini masing – masing butiran akan terpisah satu sama lainnya sehingga dapat bergerak dengan mudah dan unggun tereksposisi. Pada kondisi butiran ini, sifat unggun akan menyerupai sifat cairan dengan viskositas tinggi, misalnya ada kecenderungan untuk mengalir, mempunyai sifat hidrostatik dan sebagainya.

Sedangkan hubungan antara bilangan fluidisasi, tinggi unggun diam dan diameter kolom sangat berhubungan satu dengan yang lain dalam proses. Bilangan fluidisasi dari diperoleh perbandingan antara laju air saat terfluidakan dan kecepatan minimum fluidisasi (unggun mulai bergerak).

Dalam unggun terfluidakan terdapat 2 parameter yaitu gradien kecepatan dan bilangan Camp. Gradien kecepatan mengakibatkan terjadinya kontak dan penggabungan partikel hingga membentuk flok. Sedangkan parameter bilangan Camp didefinisikan sebagai hasil perkalian antara gradien kecepatan dengan waktu tinggal.

Model matematis parameter 'Gradien Kecepatan' dan 'Bilangan Camp' pada unggun terfluidakan adalah :

- Gradien kecepatan saat unggun bagian atas mulai bergerak :

$$Go = \{dp(pp-pf)Emf.g\}/(Fcuf) \dots (1)$$

- Gradien kecepatan saat unggun terfluidakan :

$$Gf = Go \{ (Uf/Umf) \times (Lmf/Lf) \times (Emf/Ef) \} \dots (2)$$

- Bilangan Camp saat unggun terfluidakan mulai bergerak :

$$Ca = Fc \{ [Lmf (1-Emf)] / [dp \cdot Emf] \} \dots (3)$$

Bilangan Camp saat unggun terfluidakan :

$$Caf = Cao [Go/Gf] \dots (4)$$

Hubungan bilangan fluidisasi terhadap tinggi unggun diam, dengan semakin besarnya bilangan fluidisasi akan menyebabkan unggun terfluidakan bergerak naik. Sehingga proses terjadinya koagulasi dan flokulasi akan berubah – ubah sesuai dengan perbandingan antara bilangan fluidisasi dengan tinggi unggun diam.

2.4. Fenomena Koagulasi Flokulasi Dalam Unggun Terfluidakan

Koagulasi dan flokulasi dalam unggun terfluidakan merupakan suatu proses yang terjadi akibat gerakan media (fluida) yang mengalir di sekitar partikel penyusun unggu (pasir kuarsa). Gradien kecepatan media terjadi karena partikel pasir memberikan hambatan aliran fluida pada permukaannya, sehingga timbul adanya gradien kecepatan dalam aliran fluida yang mengakibatkan terjadinya gradien kecepatan koloid. Gradien kecepatan ini mengakibatkan terjadinya kontak dan penggabungan partikel sehingga membentuk flok. Untuk menentukan persamaan gradien kecepatan Dan Bilangan Camp dalam unggun terfluidakan mengacu pada definisi dari Camp untuk fluida yang mengalir didalam pipa vertikal.

3. Metode Penelitian

3.1. Prosedur penelitian

Proses penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap, yaitu proses koagulasi dan flokulasi serta tahap proses Analisa yang meliputi analisa awal serta analisa akhir,

Beberapa tahapan yang perlu dilakukan ;

- a. Pemasangan alat dan memasukkan pasir kuarsa dengan ketinggian sesuai dengan perubah yang dikerjakan.
- b. Menentukan kecepatan superfisial air limbah saat unggun mulai terfluidakan (Umf) dengan menggunakan air bersih.
- c. Mengalirkan air limbah sesuai dengan perubah bilangan terfluidisasi.
- d. Mengalirkan air laut sesuai dengan perbandingan yang ditetapkan air buangan.

3.2. Bahan Penelitian

- Air Limbah Tahu
- Air Laut
- Pasir Silika (15 – 20) mess

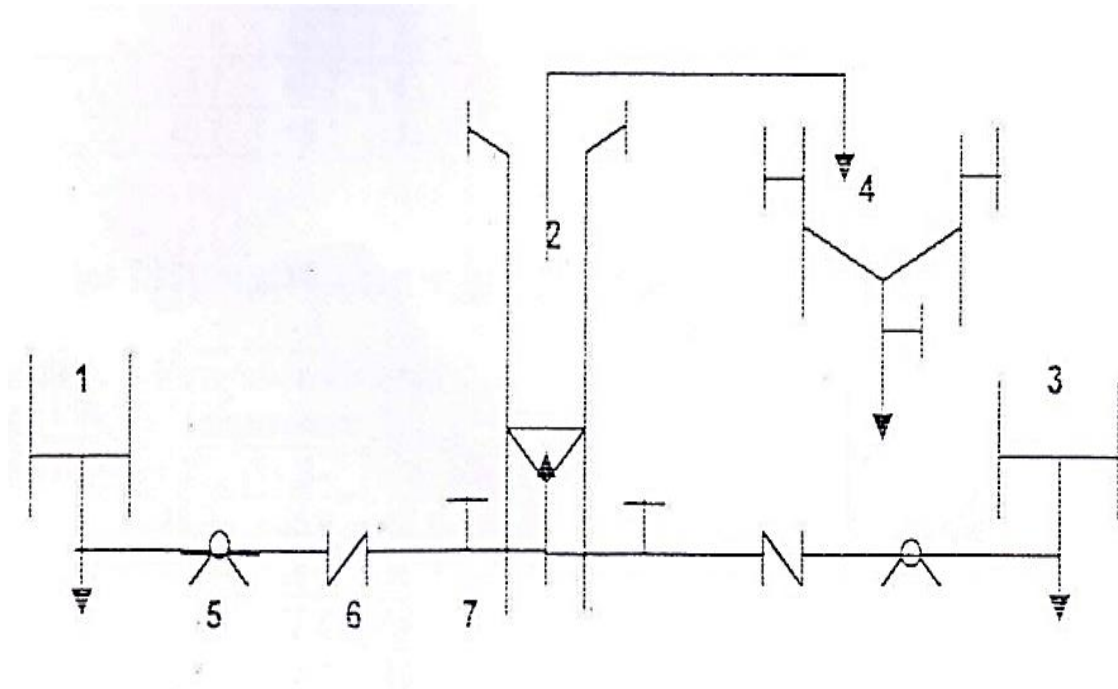
3.3. Peubah yang dikerjakan

- Bilangan fluidisasi (Uf/Umf) = 2,3,4
- Perbandingan tinggi unggun diam terhadap diameter kolom (Lmf/Dt) = 2,3,4
- Persentase laju alir laut dari laju air limbah = 5%,10%, 15%

3.4. Peubah Yang Ditetapkan

- Jenis partikel (pasir silika)
- Diameter penyusun unggun (15 – 20 mess)
- PH 6 – 8

3.5. Alat Yang Digunakan



Gambar 1. Skema Alat Yang Digunakan

Keterangan Gambar :

1. Bak Penampungan Air Limbah
2. Reaktor Unggun Terfluidisasi
3. Bak Penamoungan Air Laut
4. Bak Pengendapan
5. Kran Air
6. Chek Valve
7. Pompa Air

4. Hasil Pembahasan

Hasil penelitian yang dengan peubah yang dikerjakan meliputi dosis air laut,

bilangan fluidisasi dan tinggi unggun diam, dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Penurunan TSS dengan variabel tinggi unggun diam 2

Bil. Fluidisasi Dosis air laut (%)	Penurunan Padatan Tersuspensi (%)		
	2	3	4
5	30.5	37.2	32.8
10	33.9	39.1	35.7
15	35.6	42.3	39.9
20	38.7	46.7	42.1
30	40.2	49.1	44.3

Tabel 2. Penurunan TSS dengan variabel tinggi unggun diam 3

Bil. Fluidisasi Dosis air laut (%)	Penurunan Padatan Tersuspensi (%)		
	2	3	4
5	48.2	65.4	57.9
10	51.6	69.3	60.4
15	56.3	72.8	64.5
20	59.9	76.1	68.3
30	61.5	79.2	72.2

Tabel 3. Penurunan TSS dengan variabel tinggi unggun diam 4

Bil. Fluidisasi Dosis air laut (%)	Penurunan Padatan Tersuspensi (%)		
	2	3	4
5	39.5	45.3	42.9
10	42.1	48.2	45.9
15	46.1	52.7	50.1
20	49.7	57.4	54.7
30	55.1	60.8	59.2

Dari 3 perlakuan tersebut di atas, didapatkan bahwa prosentase penurunan kekeruhan yang lebih dari 60 % adalah terjadi pada :

- Tinggi unggun diam 3, dengan bilangan fluidisasi 3 dan 4 pada dosis air laut 5%, 10%, 15%, 20%, dan 30% dan bilangan fluidisasi 2 hanya pada dosis air laut 30%
- Tinggi unggun diam 4, dengan bilangan fluidisasi 3, pada dosisi air laut 30%

Bahkan pada bilangan fluidisasi 3, dan tinggi unggun diam 3, prosentase penurunan Total Suspended Solid hamper mendekati 80%. Ditinjau dari dosis air laut yang terbaik dalam menurunkan TSS limbah tahu, yaitu 30 %. Dosis dibawah 30%, kekeruhan yang terjadi masih tinggi, hal ini disebabkan karena dosis air laut yang rendah, menyebabkan masih banyak tersisa partikel-partikel yang menyebabkan kekeruhan, yang menyebabkan pembentukan flok kurang efektif. Selain

itu, air yang mengandung partikel koloid organik, yang berasal dari buangan industri biasanya menimbulkan kesukaran biasanya sulit dalam proses koagulasi. Maka bila dosis koagulan, dalam hal ini air laut dikurangi, maka senyawa $MgSO_4$ dan $Al_2(SO_4)_3$ yang terdapat dalam air laut tidak dapat mengikat partikel-partikel tersuspensi.

Kedua senyawa tersebut menghasilkan substansi aktif berupa polimer organik, yang memiliki gugusan-gugusan yang dapat mengionisasi, serta dapat larut dalam air dan menghantarkan listrik. Substansi polimer ini yang mampu mengkoagulasikan partikel-partikel koloid dan mempengaruhi pembentukan flok.

Bila ditinjau dari Bilangan Fluidisasi, yang terbaik adalah Bilangan Fluidisasi 3. Hal ini, karena pada Bilangan Fluidisasi 2, tekanan yang dihasilkan kurang, untuk proses pengadukan oleh pasir sehingga proses koagulasi tidak berjalan dengan baik. Sedangkan pada bilangan fluidisasi 4, tekanan yang dihasilkan sangat besar sehingga flok yang sudah terbentuk dapat pecah kembali.

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini, didapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut:

1. Bahwa reactor umggun terfluidaikan berhasil menurunkan TSS air limbah tahu.
2. Air laut dapat berfungsi sebagai koagulan, pada limbah cair pabrik tahu, dengan prosentase penurunan TSS terdapat pada tinggi umggun diam 3, dosis air laut 30%, pada bilangan fluidasi 3, sebesar 79.2%

5.2. Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut, dengan peninjauan variabel tidak hanya perbedaan pada tinggi umggun diam.

6. Daftar Pustaka

- Hebert E. Hudson, Jr. 1981, "*Water Clarification Processes Practical Design and Evaluation*", Van Nostrand Reinhold
- Hendrasarie, N., 2001, "*Penggunaan PAC (Poly Aluminium Chlorida) Untuk Menurunkan Warna Pada Limbah Industri Tekstil Dengan Proses Koagulasi Flokulasi*", Jurnal AKSIAL Majalah Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 3 No. 3, pp. 86-91
- Hendrasarie, N., 2001, "*Uji Chitosan Sebagai Alternatif Dekonsentrasi Cadmium Dalam Air Limbah*", Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Teknik Vol. 1 No.2, pp. 5-8
- Kunii, D., Levenspiel, O. 1979, "*Fluidization Engineering*", John Wiley and Sons Inc., New York.
- Leva, M., 1959, "*Fluidization*", Mc. Graw Hill Book Co, New York
- Metcalf & Eddy, 1984, "*Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*", Second Edition, Tata Mc.Graw Hill Publishing Company Ltd. New Delhi.